

524580

10/524580

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

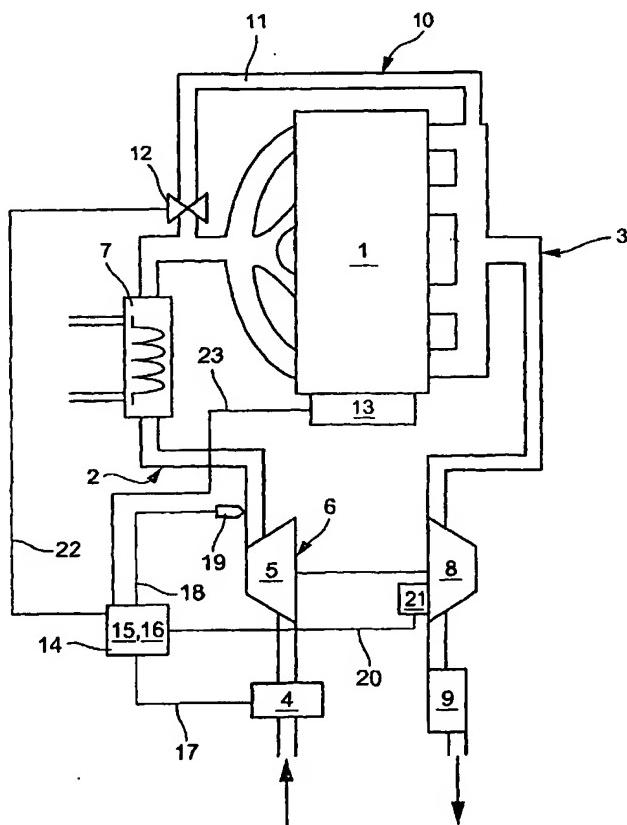
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/022956 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02D 41/18, F02B 37/24, F02D 41/22
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008278
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
26. Juli 2003 (26.07.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 37 416.3 16. August 2002 (16.08.2002) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): FISCHLE, Michael [DE/DE]; Alte Steige 27, 73732 Esslingen (DE). SPRINGER, Ulrich [DE/DE]; Waldstrasse 14, 70597 Stuttgart (DE). STREU, Daniel [DE/DE]; Alosenweg 78, 70329 Stuttgart (DE).
- (74) Anwälte: SCHRAUF, Matthias usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: OPERATIONAL METHOD FOR A COMPRESSOR

(54) Bezeichnung: BETRIEBSVERFAHREN FÜR EINEN VERDICHTER



**(57) Abstract:** The invention relates to a method for operating a compressor in the induction tract of an internal combustion engine, especially in a motor vehicle. A state variable describing the behaviour of the compressor, e.g. the frequency and/or amplitude of the induction air flow, is monitored. If the state variable exceeds or falls below at least one predetermined or predeterminable threshold value, a regulation and/or control operation is implemented. The aim of the invention is to provide a method which is easy to carry out, wherein an output signal of an air sensor flow arranged in the induction tract is produced and used as a state variable for the regulation and control of the internal combustion engine.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verdichters im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Eine das Verhalten des Verdichters beschreibende Zustandsgröße, z.B. Frequenz und/oder Amplitude der Ansaugluftströmung, wird überwacht. Für den Fall, dass die Zustandsgröße wenigstens einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert überschreitet oder unterschreitet, wird regelnd und/oder steuernd eingegriffen. Eine besonders einfache Realisierbarkeit dieses Verfahrens wird dadurch erreicht, dass als Zustandsgröße ein für die Regelung und/oder Steuerung der Brennkraftmaschine erzeugtes Ausgangssignal eines im Ansaugtrakt angeordneten Luftströmungssensors verwendet wird.

WO 2004/022956 A1



**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ausprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Betriebsverfahren für einen Verdichter

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verdichters im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Bei einem Verdichter, insbesondere bei einem als Strömungsmaschine arbeitenden Verdichter, z.B. Abgasturbolader, ist der sinnvoll nutzbare Betriebsbereich bei kleinen Massen- bzw. Volumenströmen durch das sogenannte „Verdichterpumpen“ begrenzt, bei dem im Verdichter eine Ablösung und Rückströmung der Luftströmung stattfindet. Mit dem Verdichterpumpen gehen ein Abfall des Ladedrucks sowie eine unerwünschte Geräuschentwicklung einher. Insbesondere bei einer Anwendung des Verdichters im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine soll das Verdichterpumpen vermieden werden.

Aus der DE 100 07 669 A1 ist ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art bekannt, bei dem eine das Verhalten des Verdichters beschreibende Zustandsgröße überwacht und für den Fall regelnd eingegriffen wird, dass die Zustandsgröße wenigstens einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert überschreitet oder unterschreitet. Durch diese Maßnahmen kann der Verdichter in einem stabilen Arbeitsbereich knapp neben einer Pumpgrenze betrieben werden. Als zu betrachtende Zustandsgröße können dabei Druck oder Temperatur sowohl stromauf als auch stromab des Verdichters ermittelt werden; alternativ dazu ist auch eine Betrachtung des Verdichtermassenstroms bzw.

Verdichtervolumenstroms möglich. Für eine Einrichtung, die das bekannte Verfahren ausführen kann, wird für die Überwachung der Zustandsgröße eine geeignete Messeinrichtung vorgeschlagen.

Aus der DE 36 23 696 A1 ist ein Verdichter mit Einrichtungen zur Verhinderung des Pumpens bekannt, bei dem Messsensoren an Sollablösestellen angebracht sind, die im Hinblick auf eine Strömungsablösung besonders gefährdet und/oder geformt sind. Diese Sollablösestellen können in Form von ganz oder teilweise stärker angestellten oder gewölbten Leitschaufeln oder Wandausbeulungen ausgebildet sein. Dadurch soll bei Annäherung des Verdichterbetriebs an die Pumpgrenze die Strömungsgrenzschicht zuerst an den Sollablösestellen abreißen. Dies kann durch die dort angeordneten Messsensoren erfaßt werden. Eine entsprechende Regeleinrichtung kann dann geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen, bevor die Grenzschichtablösung an der gesamten Verdichterstufe auftritt. Das Verdichterpumpen kann somit vermieden werden. Die Ausbildung von Sollablösestellen im Verdichter ist mit einem erhöhten Aufwand verbunden, der zwar bei einem Verdichter eines Flugzeugtriebwerkes vertretbar sein mag, jedoch für einen im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, angeordneten Verdichter nicht in Frage kommt.

Aus der DE 36 05 958 A1 ist eine Vorrichtung zum Erfassen und Beheben von Ablöseschwingungen an Verdichterschaufeln bekannt. Um mit einfachen Mitteln den Beginn des Verdichterpumpen genau erfassen und rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können, wird dort als Sensor zur Feststellung des zum Verdichterpumpen führenden Betriebszustands des Verdichters ein in den Förderkanal eingesetzter, körperschallisoliert an einer Kanalwand befestigter Schalldruckaufnehmer verwendet. Dieser Schalldruckaufnehmer besteht vorzugsweise aus einem Mikrophon, das zur Aufnahme von akustischen Frequenzen im Förderfluid im Bereich von etwa 0,1 Hz bis 1.000 Hz bei Schalldruckpegeln von 80 dB bis etwa 160 dB geeignet ist. Der

Schalldruckaufnehmer bzw. das Mikrophon ist an einen Schalldiskriminator angeschlossen, der einen drehzahlgeregelten Antriebsmotor des Verdichters oder ein Bypass-Ventil für den vom Verdichter geförderten Massenstrom steuert. Die Anbringung der verwendeten Schalldruckaufnehmer an geeigneten Stellen innerhalb des Verdichters erfordert auch hier einen erhöhten Aufwand, der bei teuren Anlagen kaum ins Gewicht fällt. Die bekannte Vorrichtung ist daher in einen Verdichter einer Kraftwerksanlage integriert. Für eine Anwendung in einem Verdichter, der zur Aufladung einer Brennkraftmaschine in deren Ansaugtrakt angeordnet wird, erscheint die bekannte Vorrichtung zu aufwendig.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Verdichter einen verbesserten Weg zur Vermeidung des Verdichterpumpens aufzuzeigen.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, das Verhalten des Verdichters mittels eines Ausgangssignals eines Luftströmungssensors zu überwachen, der im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine ohnehin vorhanden ist und zum ordnungsge-mäßen Betrieb der Brennkraftmaschine benötigt wird. Mit anderen Worten, die Erfindung greift auf einen bereits vorhandenen Luftströmungssensor bzw. auf dessen Ausgangssignal zu, um das Verdichterverhalten zu überwachen. Die Erfindung nutzt dabei die Erkenntnis, dass das Ausgangssignal des Luftströmungssensors mit dem Luftmassenstrom bzw. mit dem Luftvolumenstrom im Verdichter korreliert und somit eine das Verhalten des Verdichters beschreibende Zustandsgröße bildet. Da der Luftströmungssensor, in der Regel ein Luftmassenmesser in Form eines Heißfilmmessers, im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine ohnehin vorhanden ist, fallen bei der Integration der Erfindung kaum zusätzliche Kosten an, da lediglich das Aus-

gangssignal des Luftströmungssensors an einer geeigneten Stelle abgegriffen werden muss. Die erfindungsgemäße Lösung ist daher besonders preiswert.

Es hat sich gezeigt, dass das Ausgangssignal des Luftströmungssensors ein charakteristisches Oszillationsverhalten zeigt, sobald Instabilitäten bei der Durchströmung des Verdichters auftreten. Beruhend auf dieser Erkenntnis werden bei einer bevorzugten Ausführungsform die Frequenz und/oder Amplitude des Ausgangssignals überwacht.

Bei einer Weiterbildung erfolgt beim Überschreiten einer ersten Grenzamplitude ein anderer Eingriff als beim Überschreiten einer zweiten Grenzamplitude, die größer ist als die erste Grenzamplitude. Diese Weiterbildung beruht auf der Erkenntnis, dass ein Vorstadium des Verdichterpumpens, nämlich das sogenannte Verdichterkreischen, ebenfalls durch Schwingungen im Ausgangssignal erkennbar ist, deren Amplitude jedoch geringer ist als bei den Schwingungen, die beim Verdichterpumpen auftreten. Da sich das Verdichterkreischen im Unterschied zum Verdichterpumpen nicht oder nur unwesentlich negativ auf den Ladedruck auswirkt, sondern lediglich eine unangenehme Geräuschentwicklung verursacht, sind beim Verdichterkreischen andere Gegenmaßnahmen zweckmäßig als beim Verdichterpumpen.

Zur Vermeidung des Verdichterpumpens bzw. des Verdichterkreischens kann das Betriebsverhalten des Verdichters zweckmäßig dadurch stabilisiert werden, dass beim Überschreiten des jeweiligen Grenzwerts in einen Regelkreis des Verdichters eingeegriffen wird, derart, dass z.B. ein Soll-Ladedruck reduziert wird. Diese Maßnahme besticht durch ihre Einfachheit, da der an sich vorhandene Regelkreis des Verdichters unverändert genutzt werden kann. Die Veränderung des Sollwerts führt dann automatisch zu einer entsprechenden Änderung der vom Verdichter-Regelkreis beeinflussten Regelgrößen. Beispielsweise besitzt ein Abgasturbolader an seiner Turbine eine ein-

stellbare Turbinenleitschaufelgeometrie, die in Abhängigkeit des geforderten Ladedrucks vom Regelkreis eingestellt wird. Durch die vorgeschlagene Beeinflussung des Soll-Ladedrucks ergibt sich dann über den Regelkreis automatisch eine geeignete Ansteuerung der Turbinenleitschaufeln.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine schaltplanartige Prinzipdarstellung eines Verdichters im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine,

Fig. 2 ein stark vereinfachtes Blockschaltbild einer Steuerung zur Beeinflussung des Verdichterverhaltens.

Entsprechend Fig. 1 weist eine Brennkraftmaschine 1, z.B. ein Dieselmotor oder ein Benzинmotor, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, einen Ansaugtrakt 2 zur Frischluftzuführung und einen Abgastrakt 3 zur Abgasabführung auf. Im Ansaugtrakt 2 sind hintereinander ein Luftströmungssensor 4, ein Verdichter 5 eines Abgasturboladers 6 sowie ein Ladeluftkühler 7 ange-

ordnet. Im Abgastrakt 3 ist eine Turbine 8 des Abgasturboladers 6 angeordnet, der ein Schalldämpfer 9 nachgeordnet ist. Des Weiteren umfasst die Brennkraftmaschine 1 eine Abgasrückführungseinrichtung 10 (AGR-Einrichtung 10), die über eine Abgasrückführungsleitung 11 (AGR-Leitung 11) Verbrennungsabgase vom Abgastrakt 3 in den Ansaugtrakt 2 rückführt und dort stromab des Ladeluftkühlers 7 einleitet. Zum Einstellen der Abgasrückführungsrate (AGR-Rate) ist in der AGR-Leitung 11 ein Abgasrückführungsventil 12 (AGR-Ventil 12) angeordnet. Außerdem weist die Brennkraftmaschine 1 eine Einspritzeinrichtung 13 auf, die zur Einstellung der eingespritzten Kraftstoffmenge dient.

Ein Steuergerät 14 enthält eine Verdichtersteuereinheit 15, die z.B. eine Ladedruckregelung beinhalten kann, und/oder eine Motorsteuereinheit 16. Zweckmäßigerweise ist die Verdichtersteuereinheit 15 in die ohnehin vorhandene Motorsteuereinheit 16 hardwaremäßig integriert bzw. softwaremäßig implementiert. Dementsprechend können beide Steuereinheiten 15,16 im selben Steuergerät 14 untergebracht sein.

Das Steuergerät 14 ist über eine erste Signalleitung 17 mit dem Luftströmungssensor 4 verbunden, so dass die vom Luftströmungssensor 4 generierten Ausgangssignale dem Steuergerät 14 zur Verfügung stehen. Über eine zweite Signalleitung 18 ist das Steuergerät 14 mit einem Drucksensor 19 verbunden, der stromab des Verdichters 5 den Ladedruck P2 im Ansaugtrakt 2 mißt. Dementsprechend steht dem Steuergerät 14 auch ein Signalwert für den Ladedruck P2 zur Verfügung. Über eine erste Steuerleitung 20 ist das Steuergerät 14 mit einer Leitschaufelstelleinrichtung 21 der Turbine 8 verbunden, mit deren Hilfe die nicht gezeigten Leitschaufeln der Turbine 8 hinsichtlich ihrer Anstellung gegenüber der Zuströmung verstellbar sind. Über eine zweite Steuerleitung 22 ist das Steuergerät mit dem AGR-Ventil 12 verbunden. Eine dritte Steuerleitung 23 verbindet das Steuergerät 14 mit der Einspritzeinrichtung 13.

Entsprechend Fig. 2 umfasst die Verdichtersteuereinheit 15 zusätzlich eine Auswerteeinheit 24 und eine Korrektureinheit 25, was durch eine geschweifte Klammer symbolisiert ist. Die Auswerteeinheit 24 erhält eingesetzt verschiedene Signale, die mit unterschiedlichen Parametern bzw. Zustandsgrößen korrelieren. Eines der eingehenden Signale stammt vom Luftströmungssensor 4, das im folgenden auch als HFM-Signal oder Ausgangssignal bezeichnet wird, da es sich beim Luftströmungssensor 4 vorzugsweise um einen sogenannten Heißfilmmesser handelt, der ein mit dem Luftmassenstrom und/oder Luftvolumenstrom im Ansaugtrakt korrelierendes Ausgangssignal (HFM-Signal) liefert. Dieses Ausgangssignal des Luftströmungssensors 4 wird dem Steuergerät 14 über die erste Signalleitung 17 zugeführt, wodurch es der Verdichtereinheit 15 und somit der Auswerteeinheit 24 zur Verfügung steht. Weitere der Auswerteeinheit 24 zugeführte Signale können beispielsweise sein: eine Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine 1, ein Druckverhältnis  $P_2/P_1$  zwischen Ladedruck  $P_2$  stromab des Verdichters 5 und Saugdruck  $P_1$  stromauf des Verdichters 5 sowie eine Einspritzmenge  $MI$ , mit welcher die Einspritzeinrichtung 13 die Brennkraftmaschine 1 momentan versorgt. Die Drehzahl  $n$  liegt dem Steuergerät 14 bzw. der Motorsteuereinrichtung 16 ohnehin vor, ebenso die Einspritzmenge  $MI$ . Das Druckverhältnis  $P_2/P_1$  wird mit Hilfe des  $P_2$ -Drucksensors 19 sowie eines nicht gezeigten  $P_1$ -Drucksensors ermittelt, der stromauf des Verdichters 5 an den Ansaugtrakt 2 angeschlossen ist. In Abhängigkeit der eingehenden Signale generiert die Auswerteeinheit 24 wenigstens ein ausgehendes Signal, das an die Korrektureinheit 25 weitergeleitet wird.

In der Korrektureinheit 25 werden in Abhängigkeit weiterer Parameter, wie z.B. Amplitude  $A$ , Haltezeit  $t_h$  und Abklinkverhalten z.B. entsprechend einem DT1-Übertragungsglied des jeweils verwendeten Regelglieds, Korrektursignale erzeugt, die bei einem Knoten 26 in einen Regelkreis 27 zur Regelung des Verdichters 51 eingeschleift werden. Vorzugsweise beeinflusst

die Verdichtereinheit 15 den Sollladedruck P2-Soll und/oder das zur Betätigung der Leitschaufelstelleinrichtung 21 benötigte Tastverhältnis TV-ATL des Turboladers 6 und/oder das zur Ansteuerung des AGR-Ventils 12 benötigte Tastverhältnis TV-AGR des AGR-Ventils 12. Im Knoten 26 erfolgt die Verknüpfung der eingehenden Steuergrößen mit den Korrekturgrößen der Korrektureinheit 25, wodurch entsprechende korrigierte Steuerwerte gebildet werden: TV-AGR\_Korr, TV-ATL\_Korr und P2-Soll\_Korr.

Die jeweiligen Korrekturgrößen können in der Korrektureinheit 25 parameterabhängig berechnet oder anhand von gespeicherten Kennfeldern ermittelt werden.

Erfindungsgemäß wird der Verdichter 5 vorzugsweise wie folgt betrieben:

Im Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird der Abgasturbolader 6 in Abhängigkeit der Betriebszustände der Brennkraftmaschine 1 betrieben. Je mehr Leistung die Brennkraftmaschine 1 abgeben muss, desto höher ist der einzustellende Ladedruck P2. Der Ladedruck P2 kann z.B. mit Hilfe der Leitschaufelstelleneinrichtung 21 beeinflusst werden. Durch ein Schließen der Leitschaufeln wird der Staudruck stromauf der Turbine 8 erhöht, wodurch deren Antriebsleistung zunimmt, was zu einer Erhöhung des Ladedrucks P2 führt. Beim Öffnen der Leitschaufeln sinkt der Staudruck, so dass die abnehmende Turbinenleistung den Ladedruck P2 reduziert.

Insbesondere bei relativ kleinen Drehzahlen der Brennkraftmaschine 1 kann bei zunehmendem Ladedruck P2 die Luftströmung im Verdichter 5 instabil werden. Dieser Zustand wird als Verdichterkreischen bezeichnet und ist eine Vorstufe des Verdichterpumpens, bei dem die Luftströmung im Verdichter ablöst und rückströmt.

Die Erfindung nutzt nun die Erkenntnis, dass das HFM-Signal, also das Ausgangssignal des Luftströmungssensors 4 mit dem Strömungsverhalten der Luftströmung im Verdichter 5 zumindest soweit korreliert, dass daran erkennbar ist, ob ein Verdichterkreischen und/oder ein Verdichterpumpen vorliegt oder nicht. Während das HFM-Signal bei einer stabilen Durchströmung des Verdichters 5 quasi einen kontinuierlichen Verlauf zeigt, entsteht bei Auftreten des Verdichterkreischens ein oszillierendes Signal, das durch Frequenz und Amplitude charakterisiert werden kann. Beim Übergang zum Verdichterpumpen steigt insbesondere die Amplitude des oszillierenden Ausgangssignals deutlich an.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung überwacht die Verdichtersteuereinheit 15 den Verlauf des Ausgangssignals des Luftströmungssensors 4. Das Ausgangssignal des Luftströmungssensors 4 wird von der Motorsteuereinheit 16 ohnehin zum Betrieb der Brennkraftmaschine 1 benötigt und liegt daher im Steuergerät 14 vor. Sobald dieses HFM-Signal bzw. Ausgangssignal eine vorbestimmte Grenzamplitude und/oder eine vorbestimmte Grenzfrequenz übersteigt, geht die Verdichtersteuereinheit 15 davon aus, dass ein Verdichterpumpen bzw. ein Verdichterkreischen beginnt. Zweckmäßig startet die Verdichtersteuereinrichtung 15 dann unverzüglich geeignete Gegenmaßnahmen.

Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung leitet die Verdichtersteuereinheit 15 beim Verdichterkreischen andere Gegenmaßnahmen ein als beim Verdichterpumpen. Diese Ausführungsform beruht auf der Erkenntnis, dass im Unterschied zum Verdichterpumpen beim Verdichterkreischen kein oder nur ein geringer Ladedruckabfall entsteht. Dementsprechend kann beim Verdichterkreischen durch geeignete Gegenmaßnahmen gezielt die störende Geräuschentwicklung bekämpft werden, möglichst ohne den Ladedruck P2 zu senken. Im Unterschied dazu soll mit Hilfe der zur Vermeidung bzw. zur Reduzierung des Verdichterpumpens

durchgeführten Gegenmaßnahmen der Ladedruck P2 gesenkt werden, um die Strömung zu stabilisieren.

Die Ladedruckabsenkung erfolgt beispielsweise dadurch, dass die Verdichtersteuereinheit 15 in den durch den Ladedruck P2 geführten Regelkreis des Verdichters 5 eingreift und dort den einzustellenden Soll-Ladedruck reduziert. Diese Sollwertkorrektur führt dann automatisch zu den geeigneten ladedrucksenkenden Maßnahmen. Beispielsweise wird über den Verdichter-Regelkreis die Leitschaufelstelleinrichtung 21 der Turbine 8 angesteuert. Bei reduziertem Soll-Ladedruck wird die Leitschaufelstelleinrichtung 21 vom Verdichterregelkreis in entsprechender Weise zum Öffnen der Leitschaufeln angesteuert.

Alternativ oder zusätzlich kann die Verdichtersteuereinheit 15 auch direkt die Leitschaufelstelleinrichtung 21 zum Öffnen der Leitschaufeln der Turbine 8 ansteuern. Üblicherweise wird die Leitschaufelstelleinrichtung 21 mit Hilfe eines pulsweitenmodulierten Signals angesteuert. Das Takt- bzw. Tastverhältnis dieses Signals kann zwischen 0 % und 100 % oder in einem anderen Prozent-Intervall variiert werden, wobei die Intervallgrenzen die Extremstellungen (maximal geöffnet bzw. maximal geschlossen) der Leitschaufeln einstellen. Zur Absenkung des Ladedrucks P2 kann somit das Tastverhältnis der Leitschaufelstelleinrichtung 21 so verändert werden, dass sich der Staudruck stromauf der Turbine 8 reduziert, mit der Folge, dass über die reduzierte Turbinenleistung auch die Verdichterleistung und somit der erzielbare Ladedruck P2 abnehmen.

Zusätzlich oder alternativ kann die Verdichtersteuereinheit 15 zur Absenkung des Ladedrucks P2 durch eine entsprechende Variation des entsprechenden Tastverhältnisses des AGR-Ventil 12 zum Öffnen ansteuern. Durch den zunehmenden Öffnungsgrad des AGR-Ventils 12 kann mehr Abgas vom Abgastrakt 3 stromauf der Turbine 8 in den Ansaugtrakt 2 gelangen, wodurch der Staudruck stromauf der Turbine 8 abfällt. In der Konsequenz

sinken dann die Turbinenleistung, die Verdichterleistung und der Ladedruck P2.

Eine weitere Maßnahme, die zusätzlich oder alternativ von der Verdichtersteuereinheit 15 veranlasst werden kann, wird darin gesehen, die Einspritzeinrichtung 13 zur Reduzierung der Einspritzmenge MI anzusteuern. Durch eine reduzierte Einspritzmenge wird der Druck im Abgas und somit der Staudruckstrom auf der Turbine 8 gesenkt, was wiederum zu einer Absenkung des Ladedrucks P2 führt.

Die genannten Gegenmaßnahmen sind zweckmäßig relativ kurzzeitig wirksam, um die Rückwirkung auf den Betrieb der Brennkraftmaschine 1 möglichst klein zu halten.

Obwohl das dargestellte Ausführungsbeispiel den Verdichter 5 als Bestandteile eines Abgasturboladers 3 zeigt, ist die vorliegende Erfindung nicht auf einen solchen Verdichter beschränkt, sondern ist auch bei anderen Verdichtern, bei denen ein Pumpen bzw. Kreischen auftreten kann, nutzbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Verdichters (5) im Ansaugtrakt (2) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem eine das Verhalten des Verdichters (5) beschreibende Zustandsgröße überwacht und für den Fall regelnd und/oder steuernd eingegriffen wird, dass die Zustandsgröße wenigstens einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert überschreitet oder unterschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass als Zustandsgröße ein für die Regelung und/oder Steuerung der Brennkraftmaschine (1) erzeugtes Ausgangssignal eines im Ansaugtrakt (2) angeordneten Luftströmungssensors (4) verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz und/oder die Amplitude des Ausgangssignals überwacht wird/werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Überschreiten einer ersten Grenzamplitude anders eingegriffen wird als beim Überschreiten einer zweiten Grenzamplitude, die größer ist als die erste Grenzamplitude.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

dass beim Überschreiten des Grenzwerts in einen Regelkreis des Verdichters (5) eingegriffen wird, derart, dass ein Soll-Ladedruck reduziert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, durch gekennzeichnet, dass beim Überschreiten des Grenzwerts ein Abgasrückführungsventil (12) einer Abgasrückführungseinrichtung (10) der Brennkraftmaschine (1) zum Öffnen angesteuert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, durch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) einen Bestandteil eines Abgasturboladers (6) bildet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, durch gekennzeichnet, dass der Verdichter (5) einen Bestandteil eines Abgasturboladers (6) bildet und dass beim Überschreiten des Grenzwerts eine Leitschaufelstelleinrichtung (21) einer Turbine (8) des Abgasturboladers (6) zum Öffnen der Leitschaufeln angesteuert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, durch gekennzeichnet, dass beim Überschreiten des Grenzwerts die Einspritzmenge der Brennkraftmaschine (1) reduziert wird.
9. Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs,
  - mit einem Ansaugtrakt (2), in dem ein Verdichter (5) zur Erzeugung von Ladeluft und ein Luftströmungssensor (4) zur Ermittlung eines mit der Ansaugluftströmung korrelierenden Ausgangssignals angeordnet sind,
  - mit einer Motorsteuereinheit (16), die mit dem Luftströmungssensor (4) kommuniziert und zum Steuern und/oder Regeln der Brennkraftmaschine (1) das Ausgangssignal heranzieht,

- mit einer Verdichtersteuereinheit (15), die in Abhängigkeit einer das Verhalten des Verdichters (5) beschreibenden Zustandsgröße den Verdichter (5) regelt und/oder steuert,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Verdichtersteuereinheit (15) mit dem Luftströmungssensor (4) kommuniziert und zum Steuern und/oder Regeln des Verdichters (5) als Zustandsgröße das Ausgangssignal des Luftströmungssensors (4) verwendet.

1/2

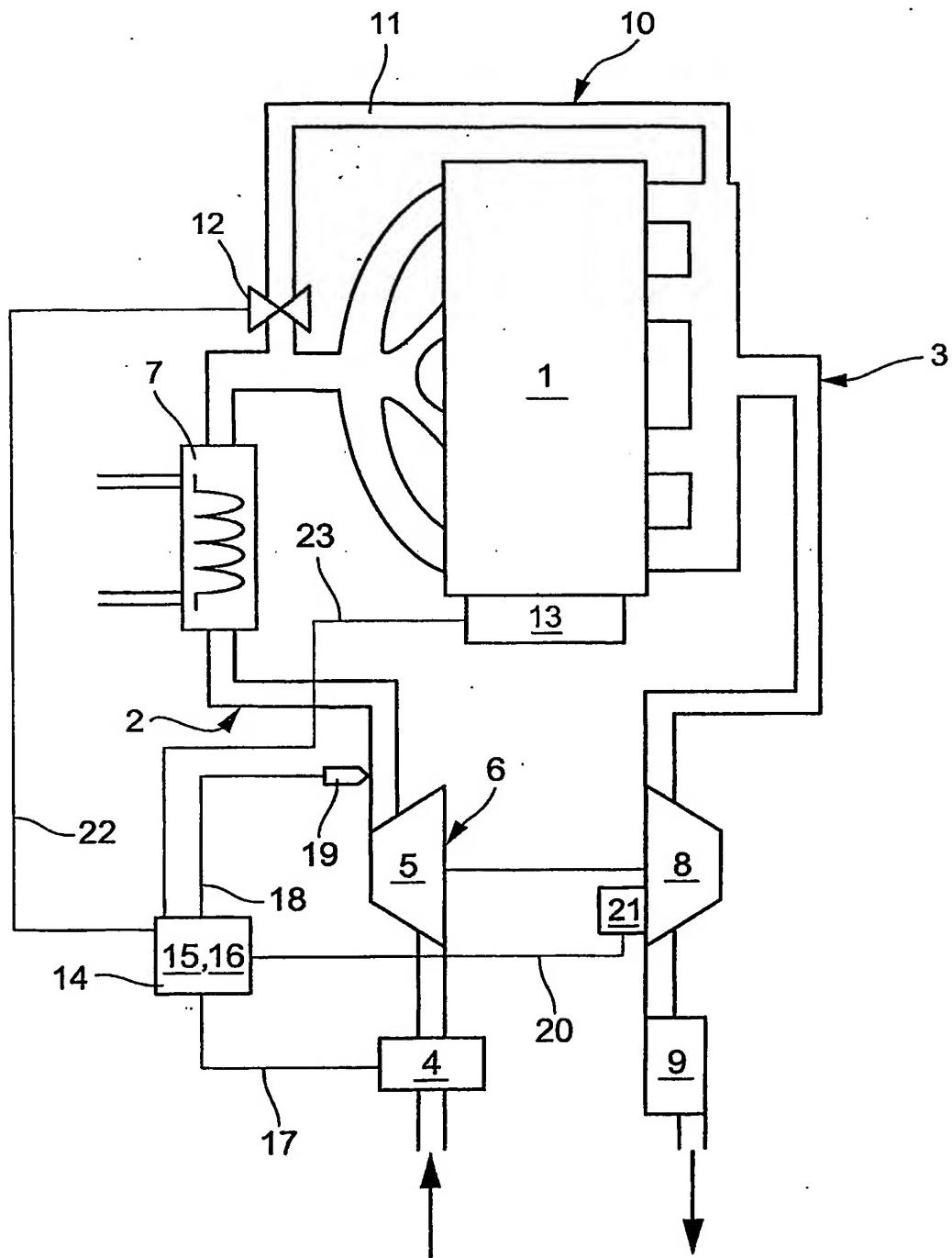


Fig. 1

2/2

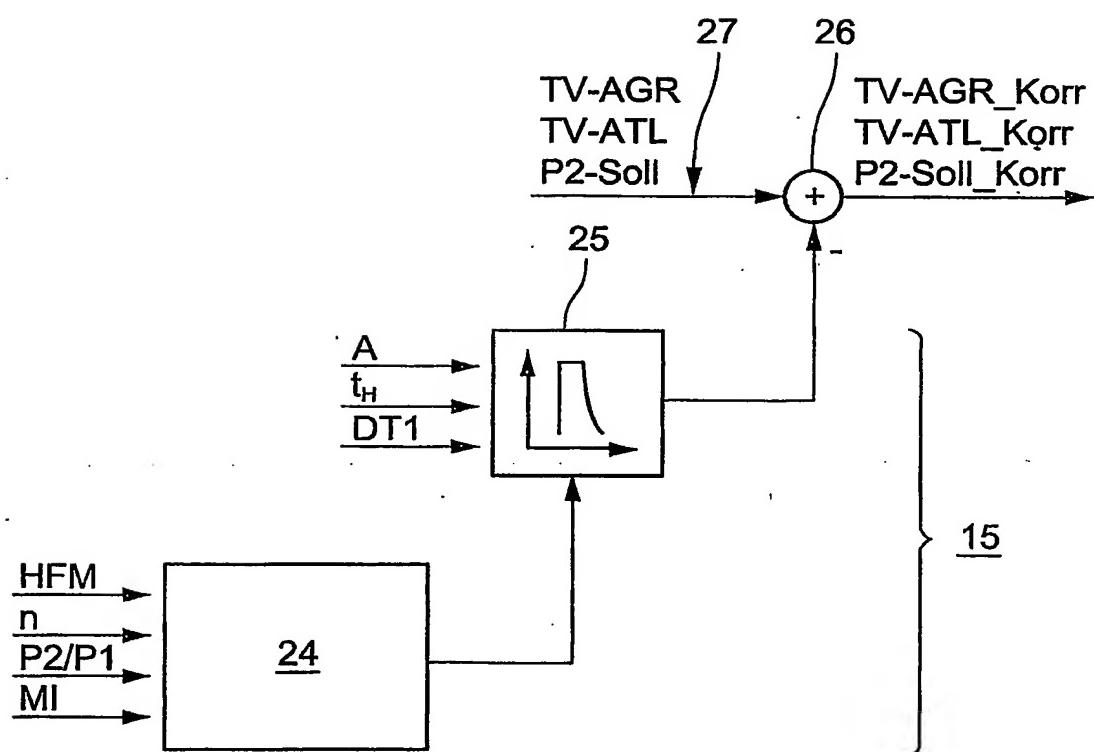


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08278

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F02D41/18 F02B37/24 F02D41/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F02D F04D F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 298 718 B1 (WANG YUE YUN) 9 October 2001 (2001-10-09) column 9, line 28 -column 10, line 64 figures 1,8	1-3,8,9
Y	DE 100 07 669 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 30 August 2001 (2001-08-30) cited in the application column 2, line 32 -column 3, line 3 column 4, line 19 -column 5, line 65	4-7
Y	DE 100 07 669 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 30 August 2001 (2001-08-30) cited in the application column 2, line 32 -column 3, line 3 column 4, line 19 -column 5, line 65	4-7
P,X	EP 1 323 927 A (DELPHI TECH INC) 2 July 2003 (2003-07-02) paragraphs '0034!-'0048!	1,2,4,9
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

18 December 2003

Date of mailing of the International search report

12/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Röttger, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No

PCT/EP 03/08278

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 28 23 255 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6 December 1979 (1979-12-06) page 8 page 14, line 12 -page 15, line 23 ---	1,2,9
A	DE 100 62 184 C (BOSCH GMBH ROBERT) 4 July 2002 (2002-07-04) figure 3 column 4, line 58 -column 5, line 5 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 02, 2 April 2002 (2002-04-02) & JP 2001 280144 A (SUZUKI MOTOR CORP), 10 October 2001 (2001-10-10) abstract ---	1,2,9
A	US 3 963 367 A (STALKER ROBERT W ET AL) 15 June 1976 (1976-06-15) abstract ---	1,2,9
A	DE 36 05 958 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 3 September 1987 (1987-09-03) cited in the application the whole document ---	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08278

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6298718	B1	09-10-2001	NONE		
DE 10007669	A	30-08-2001	DE	10007669 A1	30-08-2001
EP 1323927	A	02-07-2003	LU EP	90868 A1 1323927 A1	23-07-2003 02-07-2003
DE 2823255	A	06-12-1979	DE JP JP JP US	2823255 A1 1422158 C 54155310 A 62030285 B 4392352 A	06-12-1979 29-01-1988 07-12-1979 01-07-1987 12-07-1983
DE 10062184	C	04-07-2002	DE WO EP US	10062184 C1 0248520 A1 1346137 A1 2003000212 A1	04-07-2002 20-06-2002 24-09-2003 02-01-2003
JP 2001280144	A	10-10-2001	NONE		
US 3963367	A	15-06-1976	NONE		
DE 3605958	A	03-09-1987	DE	3605958 A1	03-09-1987

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen  
PCT/EP 03/08278

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F02D41/18 F02B37/24 F02D41/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprästoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02D F04D F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprästoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 298 718 B1 (WANG YUE YUN) 9. Oktober 2001 (2001-10-09) Spalte 9, Zeile 28 -Spalte 10, Zeile 64 Abbildungen 1,8	1-3,8,9
Y	DE 100 07 669 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 30. August 2001 (2001-08-30) In der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 32 -Spalte 3, Zeile 3 Spalte 4, Zeile 19 -Spalte 5, Zeile 65	4-7
P,X	EP 1 323 927 A (DELPHI TECH INC) 2. Juli 2003 (2003-07-02) Absätze '0034!-'0048!	1,2,4,9
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

18. Dezember 2003

12/01/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Röttger, K

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 03/08278

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 28 23 255 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6. Dezember 1979 (1979-12-06) Seite 8 Seite 14, Zeile 12 -Seite 15, Zeile 23 ----	1,2,9
A	DE 100 62 184 C (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Juli 2002 (2002-07-04) Abbildung 3 Spalte 4, Zeile 58 -Spalte 5, Zeile 5 ----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 02, 2. April 2002 (2002-04-02) & JP 2001 280144 A (SUZUKI MOTOR CORP), 10. Oktober 2001 (2001-10-10) Zusammenfassung ----	1,2,9
A	US 3 963 367 A (STALKER ROBERT W ET AL) 15. Juni 1976 (1976-06-15) Zusammenfassung ----	1,2,9
A	DE 36 05 958 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 3. September 1987 (1987-09-03) In der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 03/08278

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6298718	B1	09-10-2001	KEINE			
DE 10007669	A	30-08-2001	DE	10007669 A1		30-08-2001
EP 1323927	A	02-07-2003	LU	90868 A1		23-07-2003
			EP	1323927 A1		02-07-2003
DE 2823255	A	06-12-1979	DE	2823255 A1		06-12-1979
			JP	1422158 C		29-01-1988
			JP	54155310 A		07-12-1979
			JP	62030285 B		01-07-1987
			US	4392352 A		12-07-1983
DE 10062184	C	04-07-2002	DE	10062184 C1		04-07-2002
			WO	0248520 A1		20-06-2002
			EP	1346137 A1		24-09-2003
			US	2003000212 A1		02-01-2003
JP 2001280144	A	10-10-2001	KEINE			
US 3963367	A	15-06-1976	KEINE			
DE 3605958	A	03-09-1987	DE	3605958 A1		03-09-1987